

PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN PADUAN AL (SCRAP) SEBAGAI PROTOTYPE SUDU TURBIN PELTON MENGGUNAKAN METODE SEMI SOLID

Rudi Siswanto*, Ma'ruk, Taufiq Nursahid, Hanafi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru,
Kalimantan Selatan, 70714

*Corresponding author: rudisiswanto@ulm.ac.id

Abstrak. Paduan aluminium-tembaga (rongsokan) banyak dihasilkan dari limbah peralatan rumah tangga, IKM, kantor, pabrik dan sebagainya di Banjarbaru.. Paduan aluminium-tembaga rongsok tersebut bisa dicor ulang, sehingga berpotensi menghasilkan produk (komponen), yang mempunyai nilai ekonomis, salah satunya adalah sudu turbin Pelton. Dengan memanfaatkan paduan Al-Cu rongsok dan mengembangkannya menjadi suatu produk alternative yaitu *prototype* sudu turbin Pelton. Penelitian bertujuan untuk mengetahui; pengaruh tekanan terhadap kekerasan paduan aluminium tembaga terhadap nilai kekerasan. Tungku untuk peleburan menggunakan tungku jenis krusibel dengan bahan bakar arang kayu. Material untuk pengecoran digunakan paduan Al-Cu rongsokan. Metode pengecoran menggunakan *semi solid* dimana logam cair dituang ke dalam celakan logam sambil dilakukan penekanan dengan mesin tekan hidrolis. Metode ini akan menghasilkan coran dengan kualitas sifat fisis dan mekanik yang baik. Temperatur tuang 700 °C, temperatur cetakan 350 °C tekanan hidrolis (0, 5, 10, 15, 20) MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tekanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan, semakin besar tekanan maka nilai kekerasan semakin meningkat. Nilai kekerasan terendah pada tekanan 0 M.Pa sebesar 22,24 HB dan nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 20 MPa sebesar 33,04 HB. Pada tekanan (10, 15 dan 20) M.Pa, nilai kekerasannya memenuhi sebagai sudu turbin Pelton.

Kata kunci : pengecoran logam, *semi solid*, paduan Al (*Scrap*), kekerasan

1. PENDAHULUAN

Pada industri manufaktur berbasis logam, proses pengecoran masih menjadi pilihan utama dalam memproduksi komponen/elemen mesin. Pemilihan pembuatan produk permesinan menggunakan proses pengecoran ini bisa mengerjakan berbagai bentuk produk yang rumit dan kompleks, misalnya pada pembuatan komponen-komponen otomotif (*block* silinder, *head* silinder, piston, stang piston), rumah pompa, poros, baling-baling, sudu (*impeller*) dan lain-lain.

Semi solid metal processsing (SSM) merupakan teknologi baru yang memiliki keunggulan yang ditawarkan pada proses liquid dan solid. Proses semi solid memiliki keunggulan seperti reduksi microsegregasi, porositas dan pembentukan pada proses penempaan. Teknologi proses semi solid dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan material yang digunakan yaitu liquid dan solid. Pengecoran *semi solid* pada paduan dasar aluminium mampu menghasilkan coran yang mempunyai propertis seperti hasil proses tempa (Yue, 1997).

Penggunaan aluminium paduan (*scrap*) sebagai material pengecoran telah dilakukan sebelumnya, antara lain; paduan Al-11%Mg (Siswanto, 2011), paduan Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (Siswanto, 2015), paduan Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (Siswanto, 2017), paduan Al (*scrap*) (Ridho dan Siswanto, 2017), *Paduan Al-12,6%Si* (Siswanto dan Rais, 2018), paduan Al-12,6%Si (Siswanto dan Dhahsyad, 2018), paduan Al-12,6%Si (Siswanto, et al., 2018), paduan Al-6.7% (Siswanto, et al., 2020).

Semakin tinggi temperatur peleburan berpengaruh pada struktur butir fasa α -Al semakin halus. Semakin lama waktu peleburan juga meningkatkan struktur butir fasa α -Al semakin halus (Siswanto, 2011). Pada paduan Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn, semakin tinggi tempertur tuang struktur *Hypereutectic* Si hadir diantara dendrite Al dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal (Siswanto, 2015). Pada temperatur di atas 650° C nilai kekerasan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan (Siswanto, 2017). Semakin tinggi temperatur tuang maka nilai kekerasan semakin menurun (Siswanto, et al., 2020).

Pemberian tekanan dan kontak antara logam cair dengan permukaan cetakan menyebabkan terjadinya perpindahan panas yang cepat sehingga menghasilkan produk dengan ukuran butir halus dan menekan jumlah cacat porositas. Struktur mikro hasil pengecoran *squeeze* lebih padat dan homogen dibanding dengan pengecoran tuang (Suyitno dan Iswanto, 2009). Semakin tinggi tekanan maka nilai kekerasan semakin meningkat (Siswanto, et al., 2020). Penekanan logam cair oleh permukaan cetakan akan menghasilkan perpindahan panas yang cepat dan menghasilkan penurunan porositas seperti sering terjadi pada produk cor besi tempa (*wrought iron*). Hasil proses penempaan logam cair adalah produk yang mendekati ukuran

standarnya (*near-net shape*) dengan kualitas yang baik. Sedangkan struktur-mikro hasil pengecoran *semi solid* tampak lebih padat dibandingkan dengan hasil pengecoran dengan cara *gravity* (Yue, 1997).

2. METODE

2.1 Metode

Material pengujian dari paduan Al-6,7%Cu dipanaskan pada tungku krusibel dengan temperatur 800°C. Logam cair di dalam kowi diaduk selama 90 detik dengan putaran 600 RPM. Selanjutnya logam cair dituang ke dalam cetakan logam dengan temperatur penuangan 700°C. Cetakan logam dipanaskan dengan temperature 350°C. Selanjutnya dilakukan penekanan menggunakan pres hidrolik dengan variasi tekanan (0, 5, 10, 15 dan 20) MPa selama 10 menit. Selanjutnya coran dikeluarkan dari cetakan logam dan didinginkan di udara hingga mencapai temperatur ruang. Hasil pengecoran dibuat spesimen untuk dilakukan pengujian kekerasan (Brinell).

2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Cetakan logam | 6. Brinell Hardness Tester |
| 2. Tungku krusibel (1 set) | 7. Thermocouple |
| 3. Cawan/Kowi | 8. Ladel |
| 4. Press hidrolik | 9. Stopwatch |
| 5. Mesin Pengaduk | 10. Tang penjepi |

2.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah material coran dari paduan Al-6,7%Cu dan bahan bakar arang kayu.

2.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah variabel bebas, variabel kontrol dan variabel terikat;

a. Variabel bebas :

- Tekanan hidrolis

P1 = 0 MPa, P2 = 5 MPa, P3 = 10 MPa, P4 = 15 MPa, P5=20 MPa

b. Variabel kontrol

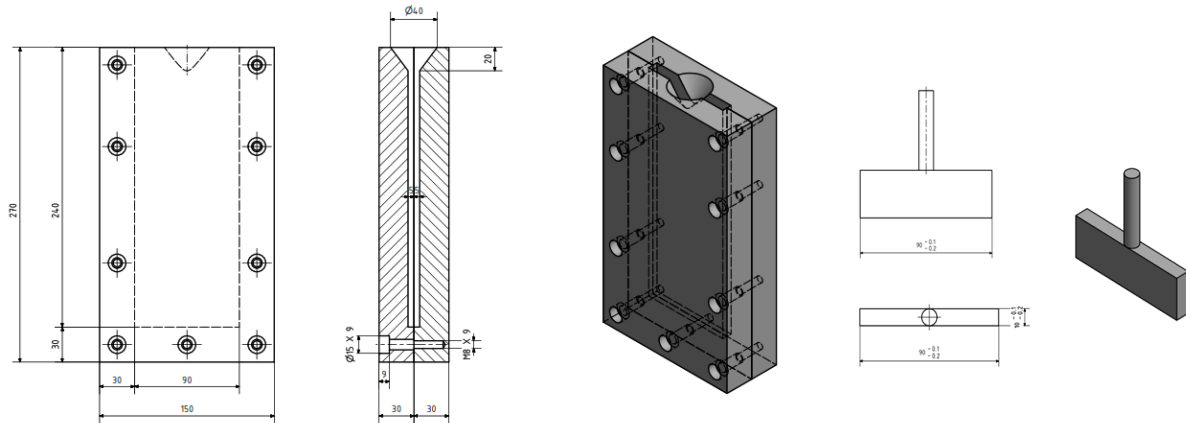
- Temperatur peleburan 800 °C
- Temperatur tuang 700 °C
- Temperatur cetakan = 350 °C
- Waktu penekanan = 10 Menit
- Putaran pengadukan = 600 RPM
- Lama pengadukan = 90 detik

b. Variabel terikat

- Nilai kekerasan Brinell (HB)

2.5 Cetakan Logam

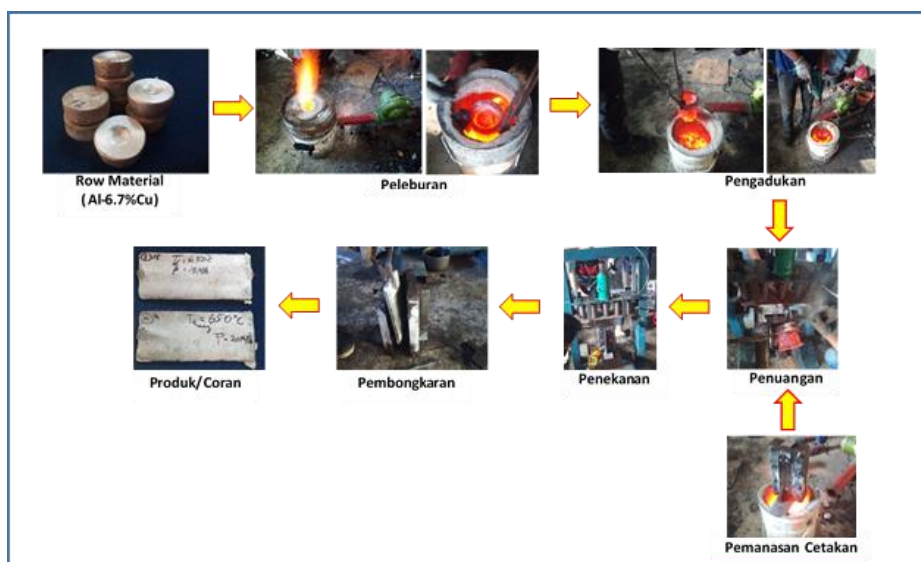
Cetakan untuk menuang logam cair yang digunakan untuk penelitian dari baja dengan bentuk dan ukuran sebagaimana gambar 1.



Gambar 1. Cetakan logam

2.6 Proses Peleburan dan Penuangan

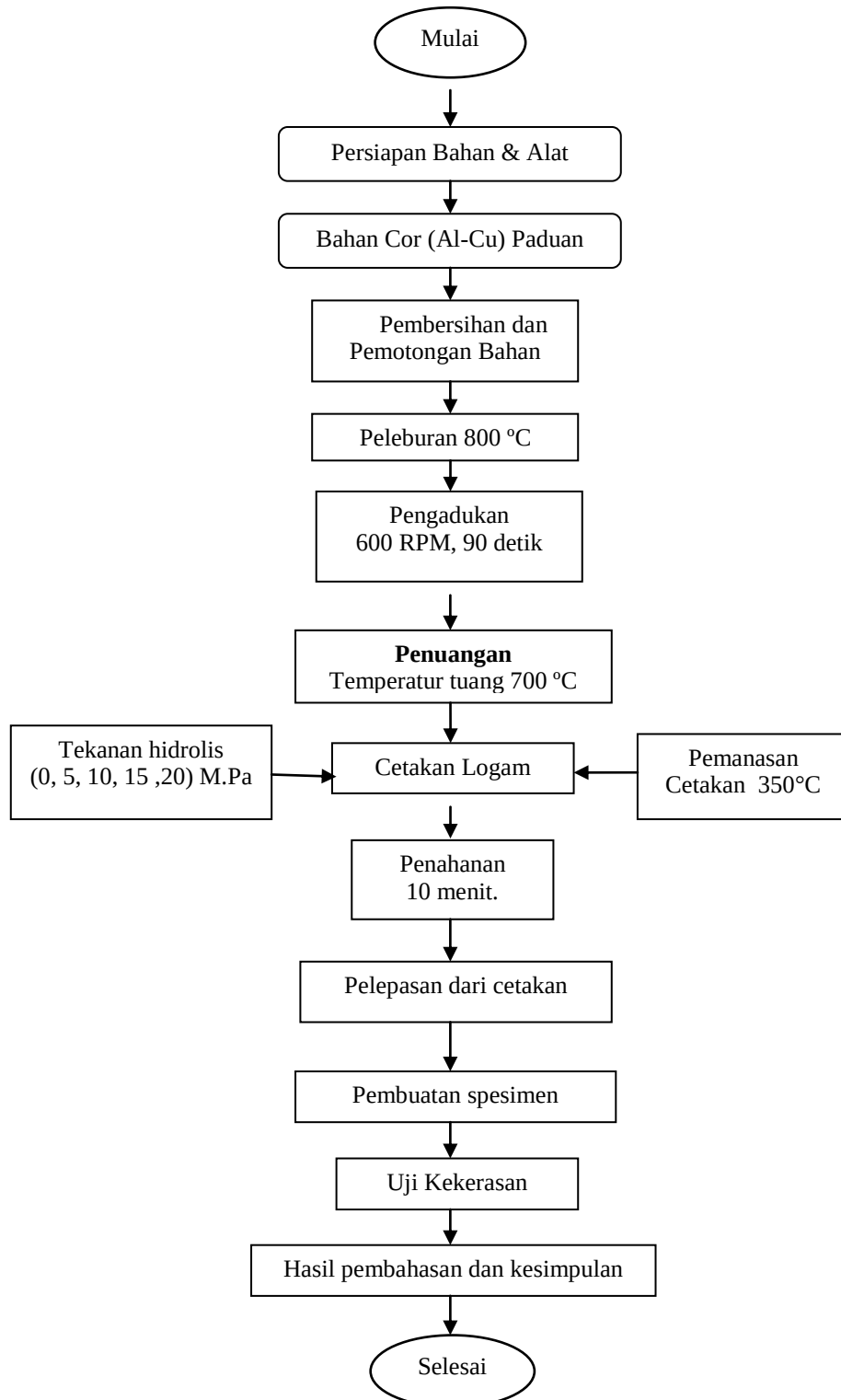
Proses pembuatan coran mulai bahan baku, peleburan, penuangan, penekanan dan pendinginan, pembongkaran dan sampai hasil coran, secara jelas sebagaimana gambar 2.



Gambar 2. Proses pembuatan coran

2.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian secara jelas dapat dilihat sebagaimana gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Komposisi

Hasil uji komposisi material paduan lengkap dengan komposisi row material sebagaimana tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi row material

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
%	%	%	%	%	%	%	%
0.0940	0.305	6.7	0.3708	0.0090	0.0045	0.0131	0.0080
Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr
%	%	%	%	%	%	%	%
0.00009	0.00014	0.0068	0.00090	<0.00050	0.0038	0.0041	0.00018
Be	Zr	Bi	Cd	Al			
%	%	%	%	%			
0.00006	0.0015	<0.00030	0.0012	92.4			

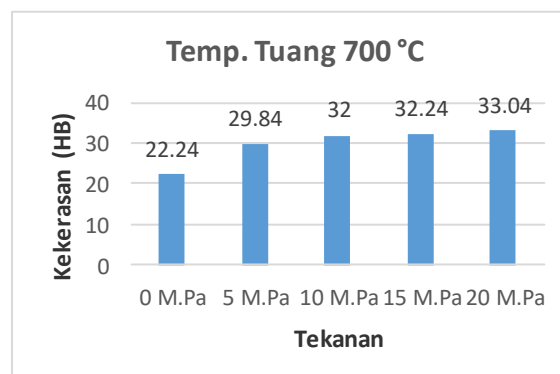
3.2. Hasil Pengujian Kekerasan

Data hasil pengujian kekerasan dan grafik hubungan tekanan dan kekerasan (HB) pada temperatur tuang 700 °C, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan

No.	Tekanan (MPa)	Nilai Kekerasan Rata-rata (HB)
1	0	22.44
2	5	29.84
3	10	32.00
4	15	32.24
5	20	33.04

Sumber : hasil pengujian



Gambar 4. Grafik hubungan tekanan dan kekerasan (HB) pada temperatur tuang 700 °C

3.3 Pembahasan

Pada temperatur, tuang 700°C didapatkan data hasil pengujian kekerasan sebagai berikut; tekanan 0 M.Pa (22.44 HB), 5 M.Pa (29.84 HB), 10 M.Pa (32 HB), 15 M.Pa (32.24 HB) dan 20 M.Pa (33.04 HB). Dari data hasil pengujian kekerasan pada temperatur tuang 700°C tersebut menunjukkan. Nilai kekerasan paling rendah didapatkan pada tekanan 0 MPa dengan rata-rata nilai kekerasan 22.44. HB. Nilai Kekerasan paling tinggi didapatkan pada tekanan 20 MPa dengan rata-rata nilai kekerasan 33.04 HB. Berdasarkan Eisenring (1991) bahwa sifat-sifat mekanis bahan coran aluminium dan paduan turbin pelton kekerasn Brinell (30-80 BHN). Sehingga dengan menggunakan material paduan Al-6.7%Cu pada temperatur tuang 700 °C, tekanan (10, 15 dan 20) M.Pa, waktu tekan 10 menit, temperature cetakan 350 °C, putaran pengadukan 600 RPM dan waktu pengadukan 90 detik, memenuhi syarat sebagai sudu Turbin Pelton.

Berdasarkan data table 2 dan grafik pada gambar 4 tersebut ada kecenderungan bahwa semakin tinggi tekanan nilai kekerasan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena akibat dari tekanan yang lebih besar terhadap logam cair dalam cetakan akan mengurangi udara yang terjebak di dalam coran dan bentuk struktur butir menjadi semakin kecil. Dengan tekanan yang semakin besar maka akan membuat struktur atom coran menjadi semakin padat sehingga kekerasan juga semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Siswanto, et al, 2020) yang menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur tuang nilai kekerasan semakin menurun, semakin tinggi tekanan maka nilai kekerasan semakin meningkat. Tekanan mempengaruhi struktur butir dan porositas pada hasil coran, semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka semakin kecil struktur butir dan porositasnya. Kenaikan tekanan akan menaikkan temperatur *liquidus*, kecepatan pendinginan, menghambat pertumbuhan butir, dan ukuran butir menjadi lebih kecil (Ghomashchi and Vikrov, 1998). Ukuran butir yang lebih kecil menyebabkan kekerasannya lebih tinggi (Askeland, 1985).

3. SIMPULAN

3.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian menunjukan bahwa tekanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan, semakin besar tekanan maka nilai kekerasan semakin meningkat. Nilai kekerasan terendah pada tekanan 0 M.Pa sebesar 22,24 HB dan nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 20 MPa sebesar 33,04 HB. Pada tekanan (10, 15 dan 20) M.Pa, nilai kekerasannya memenuhi sebagai sudu turbin Pelton.

3.2 Saran

Agar dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan tekanan di atas 20 M.Pa.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada LPPM-ULM yang telah memfasilitasi penelitian dan semua tim peneliti serta semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Askeland, D. R. (1985). *The Science and Engineering of Publ., Material*, PWS, Boston, MA, USA.
- Eisenring M., (Terj. Sunarto M.E). (1991). *Seri MHPG Memanfaatkan Tenaga Air Dalam Skala Kecil Buku 9 Turbin Pelton Mikro*, Yogyakarta, Andy Offset.
- Ghomashchi, M. R., & Vikrov, A. (1998). *Squeeze Casting : an overview, Journal of Materials Processing Technology*, vol. 101, Elseiver, pp. 1-9.
- Ridho, A., & Siswanto R. (2017). Pemanfaatan Paduan Al (Scrap) Sebagai Bucket Turbin Pelton Menggunakan Metode Pengecoran Evaporative. *Jurnal Al-Ulum Sains dan Teknologi*. vol. 3, pp. 28-33.
- Siswanto, R. (2011). Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan Pengecoran Tuang Terhadap Massa Jenis dan Kekerasan Paduan Al-21% Mg. *Jurnal Suara Teknik-UMP*. vol. 2, pp. 1-8.
- Siswanto, R. (2015). *Analisis Struktur Mikro Paduan Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (Scrap) Hasil Pengecoran Evaporative*. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV Tahun 2015 (SNTTM XIV), Mat. 44.
- Siswanto, R. (2017). *An Analysis of Casting Temperature Effect on The Hardness and Tensile Strength of Alloy of Al-19.6Si-2.5Cu, 2.3Zn (Recycle) From The Result of Evaporative Casting*. SNRT-2, C49-C56.
- Siswanto, R., & Rais, R. (2018). *Analisis Porositas dan Kekerasan Paduan Al-12,6%Si dengan Variasi Waktu Tunggu dalam Cetakan dan Media Pendingin Menggunakan Cetakan Pasir Basah*. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah Volume 3, Nomor 2, p-ISSN: 2623-1611; e-ISSN:2623-1980, hal. 394-398 April 2018
- Siswanto, R., & Dhahsyad. M. (2018). *The Effect of Pour Temperature and Cooling Media on Porosity and Hardness of Al-12.6%Si Alloy Using Wet Sand Mold Casting*. Prosiding SNTTM XVII, Oktober 2018, hal. 089-093
- Siswanto, R. et al. (2018). Analisis Porositas dan Kekerasan Paduan Al-12.6%Si Dengan Variasi Waktu Tunggu Dalam Cetakan dan Media Pendingin Hasil Pengecoran Evaporative. *Jurnal Teknik Lingkungan Jukung*. Vol. 04, No. 01, Hal. 1-86 ((72-81), ISSN: 2461-0437), Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat.
- Siswanto, R., Ma'ruf, Mukti A.M., & Subagyo, R. (2020). *The Effect of Pouring Temperature and Pressure on The Hardness of Al-6.7% Cu Alloy Using The Squeeze Casting Method, The 2nd International Conference on Mechanical Engineering Research and Application "Innovative Research in Engineering for 21st Century" from 7 - 9th October 2020*. The Mechanical Engineering Department of Brawijaya University, Malang, Indonesia.
- Suyitno & Iswanto, P.T. (2009). *Casting Soundness and Microstructure of Thin Wall Squeeze Cast of Al-Si Alloys, Hi-Link Project Report*. pp. 1-8.12.
- Yue, T.M. (1997). Squeeze Casting of High-Strength Aluminium Wrought Alloy AA7010. *Journal of Material Processing Technology*. vol. 66, pp. 179-185.

